UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

CÉLULAS INMUNITARIAS

Autores: Michelle Sánchez Rivera[1], Leonela Domo Zambrano[2], Jostin Cacao Choez[3], Jorge Macias Cevallos[4], Jorge Cañarte Alcívar[5]

[1] Estudiante de la Escuela de Medicina, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí
[2] Estudiante de la Escuela de Medicina, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí
[3] Estudiante de la Escuela de Medicina, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí
[4] Estudiante de la Escuela de Medicina, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí
[5] Docente de la Escuela de Medicina, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí.

Introducción

El sistema inmunitario constituye un entramado altamente especializado que permite al organismo reconocer y neutralizar amenazas externas y alteraciones internas. La inmunidad innata responde de forma inmediata mediante células como macrófagos, dendríticas y NK, capaces de detectar señales de peligro y contener el daño inicial. Posteriormente, la inmunidad adaptativa, mediada por linfocitos T y B, genera respuestas específicas y memoria inmunológica que aseguran protección duradera. La comunicación constante entre ambos sistemas garantiza un equilibrio adecuado entre defensa y regulación. El avance científico ha demostrado que alteraciones en estas interacciones pueden originar enfermedades autoinmunes, inmunodeficiencias y cáncer, lo que ha impulsado estrategias terapéuticas como la inmunoterapia. Estudiar la dinámica de estas células permite comprender los mecanismos de defensa y abre oportunidades para desarrollar tratamientos más eficaces y personalizados.

Desarrollo

- **Células inmunitarias innatas**

Las células inmunitarias innatas conforman la respuesta de defensa más temprana del organismo y actúan de manera rápida ante la presencia de patógenos o daño tisular. Entre ellas destacan los macrófagos, encargados de fagocitar microorganismos y regular la

inflamación, y las células dendríticas, que capturan antígenos y coordinan la activación del sistema inmunitario adaptativo. Su acción conjunta permite contener las primeras amenazas y preparar respuestas más específicas, lo que las convierte en elementos esenciales para mantener la homeostasis y prevenir la progresión de diversas enfermedades (1).

- **Macrófagos**

Los macrófagos derivan de monocitos y están distribuidos en todo el organismo. Fagocitan patógenos, producen citocinas inflamatorias y pueden adoptar fenotipos M1 o M2 según el microambiente, lo que determina si intensifican la inflamación o favorecen la reparación tisular. Esta plasticidad explica su relevancia en enfermedades autoinmunes, cáncer y procesos cardiovasculares (1).

Su activación depende de señales microbianas, citocinas y moléculas de daño. La vía de IL-17 es fundamental para modular su migración y polarización mediante la expresión de IL-17RA e IL-17RC, favoreciendo la producción de mediadores inflamatorios y la activación de linfocitos T (1).

- **Células dendríticas**

Las células dendríticas son las presentadoras de antígenos más eficientes del sistema inmune. Cuando están inmaduras capturan antígenos por endocitosis y fagocitosis, y al recibir señales inflamatorias maduran, migran a los órganos linfoides y activan linfocitos T naïve, conectando así la inmunidad innata con la adaptativa. También pueden realizar presentación cruzada, mostrando antígenos exógenos en MHC I para activar linfocitos T CD8+, función en la que destacan subpoblaciones como las CD141, capaces de reconocer restos celulares mediante CLEC9A y XCR1. Además, estudios recientes demuestran que pueden influir directamente en células tumorales, reduciendo su viabilidad y modulando proteínas relacionadas con la autofagia mediante citocinas como IL-2, IL-12 e IFN-γ, lo que amplía su papel más allá de la presentación antigénica tradicional (2).

- **Células NK (Natural Killer) y su función en la vigilancia inmunológica**

Las células NK (Natural Killer) son un componente esencial del sistema inmunológico innato, encargadas de detectar y eliminar células anormales, como las infectadas por virus o las tumorales, sin necesidad de haber sido sensibilizadas previamente. Actúan rápidamente frente a las amenazas, jugando un papel crucial en la vigilancia inmunológica y en la defensa temprana contra el cáncer. Una de las características principales de las células NK es su capacidad citotóxica. Utilizan perforinas y granzimas para inducir la apoptosis en células anormales. Además, estas células pueden reconocer alteraciones en la superficie celular, como la ausencia de MHC de clase I, una característica común de las células tumorales, lo que les permite detectar y destruir células malignas de forma eficiente (3).

- **Linfocitos T: Tipos y su función en la respuesta inmune**

Los linfocitos T son células esenciales de la respuesta inmune adaptativa. Se originan en la médula ósea, maduran en el timo y, gracias a su receptor TCR, pueden reconocer antígenos específicos. Según el tipo de estímulo, se diferencian en diversas subpoblaciones con funciones particulares: los linfocitos T cooperadores (Th) coordinan la respuesta inmune y se dividen en Th1, Th2, Th17 y Treg; los linfocitos T citotóxicos (Tc) destruyen células infectadas o tumorales; mientras que otras poblaciones como los T γδ, las células NKT y las células T CD4 citotóxicas cumplen roles complementarios tanto en la inmunidad innata como adaptativa (4).

Además, existen los linfocitos T de memoria residentes en tejidos (TRM), que permanecen en órganos periféricos y actúan como primera línea de defensa ante reinfecciones. Una característica clave de los linfocitos T es su capacidad de generar memoria inmunológica, lo que permite respuestas más rápidas en exposiciones futuras. Sin embargo, la estimulación constante puede llevar al agotamiento funcional, reduciendo su capacidad de respuesta, especialmente en infecciones crónicas. Estos distintos tipos y funciones reflejan la complejidad y relevancia de los linfocitos T en el control y regulación de la inmunidad (4).

- **Linfocitos B y la producción de anticuerpos**

Los linfocitos B son células esenciales de la inmunidad adaptativa y son los principales responsables de la producción de anticuerpos. Se originan en la médula ósea y, tras un proceso de maduración, adquieren la capacidad de reconocer antígenos específicos gracias a sus receptores. Cuando identifican una sustancia extraña, los linfocitos B se activan y comienzan a diferenciarse, un proceso en el que pueden transformarse en células plasmáticas productoras de anticuerpos o en células de memoria, encargadas de responder de forma más rápida ante futuras exposiciones al mismo patógeno (5).

Durante la activación, los linfocitos B trabajan en conjunto con los linfocitos T, que refuerzan la señal necesaria para producir anticuerpos de manera eficiente. Los anticuerpos generados son altamente específicos y pueden presentarse en diferentes clases (IgM, IgG, IgA, IgE e IgD), lo que permite al organismo adaptarse a distintos tipos de infecciones. Gracias a esta función, los linfocitos B cumplen un papel fundamental en la inmunidad humoral y en la formación de memoria inmunológica, que protege al organismo frente a reinfecciones (5).

- **La memoria inmunológica**

La memoria inmunológica nace en el primer encuentro: las células B y T ingenuas despiertan, se multiplican y algunas se quedan como guardianes silenciosos. Ese choque inicial no se olvida, deja una huella biológica que transforma peligro en experiencia. Más que rapidez, es sabiduría acumulada que evita empezar desde cero (6).

Cuando el patógeno regresa, ya no encuentra duda sino precisión afinada. Las células B de memoria producen anticuerpos más rápidos y eficaces, pasando de IgM iniciales a IgG definitivas. En los centros germinales solo sobreviven las mejores, como una selección artesanal. Incluso pequeñas cantidades del invasor bastan para activar la defensa antes de que avance. La infección se apaga antes de nacer, como un incendio sofocado en el primer chispazo (6).

Las células T de memoria conservan la información sin modificar su receptor, pero sí su disposición. Algunas circulan como memoria central en ganglios, otras permanecen en tejidos como centinelas listas. Reaccionan con menor estímulo y producen citoquinas en

cuestión de instantes. Por eso muchas vacunas ofrecen protección duradera y ciertas infecciones solo ocurren una vez (6).

- **Enfermedades autoinmunes y su relación con las células inmunitarias**

En la miastenia gravis, las células B producen anticuerpos que bloquean los receptores de acetilcolina y alteran la comunicación entre nervio y músculo, mientras las Th1 y Th17 sostienen una señal inflamatoria que las células reguladoras no consiguen frenar. La debilidad progresa sin infección que la justifique y el sistema inmunitario termina confundiendo el movimiento con una amenaza interna (7).

En el lupus eritematoso sistémico, la eliminación ineficaz de restos celulares permite que el material nuclear active células dendríticas y linfocitos T, impulsando a las células B a generar autoanticuerpos. Estos forman inmunocomplejos que circulan y se depositan en riñones, piel y articulaciones, transformando la inflamación en un proceso multisistémico persistente donde el cuerpo interpreta sus propios fragmentos como señales de peligro (7).

En la artritis reumatoide, la respuesta inmunitaria se concentra en la sinovia y las Th17 mantienen la producción de IL-17, mientras las células B reaccionan frente a proteínas modificadas del tejido articular. La regulación resulta insuficiente y el proceso inflamatorio continúa, provocando desgaste progresivo del cartílago y del hueso en un curso crónico y simétrico (7).

- **Inmunodeficiencias**

Las inmunodeficiencias son alteraciones del sistema de defensa en las que el organismo pierde su capacidad normal de respuesta frente a infecciones y otros desafíos inmunológicos, existen dos tipos principales:

Las inmunodeficiencias primarias aparecen por mutaciones que comprometen componentes esenciales como linfocitos, anticuerpos, fagocitos o proteínas del complemento. No solo se manifiestan con infecciones recurrentes, sino también con autoinmunidad persistente o trastornos digestivos sin causa aparente. Incluyen defectos

combinados de células T y B, alteraciones de anticuerpos y síndromes de desregulación inmunitaria (8).

Las inmunodeficiencias secundarias surgen cuando un sistema inicialmente sano resulta deteriorado por enfermedades o intervenciones médicas. Patologías hematológicas como linfomas, mieloma múltiple o leucemia pueden reducir inmunoglobulinas y alterar la maduración linfocitaria. Tratamientos como quimioterapia, glucocorticoides o anticuerpos que eliminan células B generan hipogammaglobulinemia y aumentan la susceptibilidad a infecciones (8).

- **Cáncer y células inmunitarias: Inmunoterapia y células CAR-T.**

La inmunoterapia ha avanzado notablemente como tratamiento contra el cáncer, utilizando sustancias naturales o de laboratorio para ayudar al sistema inmunitario a identificar y destruir células tumorales. Las investigaciones actuales buscan mejorar el reconocimiento de antígenos y potenciar los mecanismos defensivos del propio organismo, además de frenar directamente la proliferación de células cancerígenas. Entre las formas de inmunoterapia se encuentran las citocinas, vacunas, virus oncolíticos, anticuerpos monoclonales, inhibidores de puntos de control y terapias celulares como TIL y CAR-T, todas enfocadas en modular la respuesta inmune (9).

-Vacunas: Las vacunas son un tipo de inmunoterapia que busca detener o reducir la propagación de las células cancerosas. A su vez, prevenir la aparición del cáncer y eliminar cualquier célula neoplásica presente después del tratamiento. Las vacunas se combinan con adyuvantes que favorezcan al incremento de la respuesta inmunitaria. Algunas vacunas se generan utilizando fragmentos de células cancerosas o antígenos puros de algún cáncer determinado y son personalizados con la finalidad de obtener una respuesta inmune ante las características específicas de dicha patología (9).

-Terapia CAR-T: Se extraen los LT de la sangre o del tumor del paciente mediante un proceso denominado leucoaféresis. Estas células se modifican en un laboratorio para producir receptores de antígenos quiméricos con la finalidad de mejorar su capacidad para encontrar y destruir células cancerosas. Estos LT modificados se denominan células

"atacantes". Cuando se obtiene una cantidad deseada se congelan y se envían al centro de salud donde el paciente recibe tratamiento (9).

- **Importancia de las células inmunitarias en la salud.**

El sistema inmunitario funciona reconociendo y eliminando agentes extraños para evitar daños en el organismo. Se divide en inmunidad innata y adquirida, y cuenta con componentes esenciales como la piel, las mucosas y los órganos linfoides. La respuesta inmunitaria varía según cada organismo gracias a la especialización de células como las dendríticas, los linfocitos T y los macrófagos, cuya plasticidad les permite adaptarse rápidamente a distintos patógenos (10).

- **Importancia de seguir investigando el sistema inmunitario para encontrar soluciones innovadoras en el tratamiento de enfermedades inmunológicas.**

La inmunoterapia es una estrategia prometedora contra el cáncer, pero su eficacia aún varía según el paciente y el tipo tumoral debido a problemas como la resistencia y los efectos secundarios. La búsqueda de biomarcadores que permitan personalizar el tratamiento es esencial, así como mejorar las combinaciones terapéuticas. Aunque se han logrado avances importantes en la comprensión de los mecanismos inmunológicos y en el desarrollo de nuevas terapias, persisten desafíos que requieren más investigación y ensayos clínicos. Comprender la interacción entre células inmunitarias y tumorales permitirá optimizar la seguridad y eficacia de la inmunoterapia en el futuro (10).

Conclusión

La comprensión del sistema inmunitario revela la compleja interacción entre células innatas y adaptativas que permiten al organismo defenderse y mantener la homeostasis. Su equilibrio es fundamental, ya que fallas en estos mecanismos pueden desencadenar autoinmunidad, inmunodeficiencias o favorecer el desarrollo de cáncer. Los avances científicos han demostrado que modular estas células mediante inmunoterapia ofrece estrategias terapéuticas cada vez más precisas y efectivas. Tratamientos como los anticuerpos monoclonales y la terapia CAR-T representan un cambio profundo en el manejo de enfermedades graves. El estudio continuo del sistema inmune permitirá crear terapias más seguras, personalizadas y con mayor impacto clínico.

Bibliografía

1. Zamora Bastidas O, Cerón López JA, Gómez Cabrera FL. Dinámicas de los macrófagos en la inflamación crónica y enfermedades autoinmunes: del eje il-17 a nuevas estrategis terapéuticas. Revista Científica-Sanitaria. 2025; 9(3): p. 28-43.

2. Alfaro C, Oñate C, Rodríguez A, Pérez-García JL, Fernández de Sanmamed M, Melero I. Células dendríticas especializadas en presentación de antígenos exógenos a linfocitos T citotóxicos. Anales del Sistema Sanitario de Navarra. 2023 septiembre-diciembre; 36(3).

3. Rocha Aldana M, Rodríguez García OL, Falco A, Crespo L, Reyes Jaimes O. Células Natural Killer: ¿Una nueva vía de inmunoterapia para el melanoma? Dermatología Venezolana. 2021 Septiembre 28; 59(1).

4. Díaz Martín D, Prieto Martín A, Muñoz Zamarrón L, Álvarez-Mon M. Funciones efectoras de los linfocitos T. Medicine: Programa de Formación Médica Continuada Acreditado. 2025 Marzo; 14(28).

5. Althwaiqeb SA, Fakoya AO, Bordoni B. Histología de linfocitos B. In StatPearls [Internet].; 2024.

6. Dan JM, Mateus J, Kato Y, Hastie KM. Memoria inmunológica al SARS-CoV-2 evaluada hasta 8 meses después de la infección. Science. 2021 Enero 6; 371(6529).

7. Torres M, Gomez S, Montes E, Adalid L. La inmunidad en enfermedades autoinmunes. Archivos de neurociencias. 2024 Diciembre 31; 25(3).

8. M B, S SR, JE W. Inmociación secundaria y crisis de inmunodeficiencia primaria: malignidades hematológicas y enfermedades autoinmunes. Frontier in Immunology. 2022 Julio.

9. Naranjo-Vela TK RFD. Inmunoterapia en el cáncer. Revista Peruana de Ciencias de la Salud. 2023 Octubre 15; 5(3).

10. Donoso-Noroña RF GMNRPA. DonoInnovaciones, retos y futuro de la inmunoterapia en el tratamiento del cáncer: un análisis detallado. Gaceta Médica Estudiantil. 2025; 6.